

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITRUS**

WEBER MARTI

**Características de lesões de cancro cítrico associadas à queda
prematura de frutos de laranja**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

**Araraquara
Janeiro 2016**

WEBER MARTI

**Características de lesões de cancro cítrico associadas à queda
prematura de frutos de laranja**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

**Araraquara
Janeiro 2016**

WEBER MARTI

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Araraquara, 28 de janeiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Franklin Behlau (orientador)

Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus

Prof. Dr. Geraldo José da Silva Junior

Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus

Prof. Dr. José Belasque Junior

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” - ESALQ

DEDICATÓRIA

**Ao meu pai Juan Emílio Marti Gonzalez,
À minha mãe Mariza Aparecida Pompeo Marti
À minha esposa Ana Carolina Marti
Aos meus filhos Ian Marti, Diego Marti e Pablo Marti
E ao meu Avô Bautista Marti Ferrer (*in memorian*)
Por todo amor, confiança e apoio que sempre recebi**

AGRADECIMENTOS

Ao professor, pesquisador e orientador PhD. Franklin Behlau, pela condução, orientação, disposição e apoio na realização deste trabalho.

Ao Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura, na pessoa de seu presidente Dr. Lourival do Carmo Mônaco e do diretor Antonio Juliano Ayres, seus pesquisadores, professores e funcionários pela oportunidade de participar do Curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros e realizar este trabalho.

Aos proprietários da Fazenda São Paulo localizada em Paranavaí, Paraná, senhores Antonio Pratinha e Gilberto Pratinha que autorizaram a condução deste trabalho em sua propriedade.

Ao engenheiro agrônomo Waldemar Zanini Junior, pelo apoio e ajuda durante a condução do experimento.

Ao técnico agrícola do Fundecitrus e amigo, Rafael Saraiva Fernandes que auxiliou na execução do experimento.

A bibliotecária e auxiliar administrativa da Fundecitrus Amanda Cristina Gonçalves de Oliveira pelo auxílio prestado neste trabalho.

A todos os professores e alunos da IV turma do Curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros que se tornaram grandes amigos e seguiremos juntos contribuindo para a citricultura brasileira.

A empresa FMC que autorizou a minha participação no Curso e realização do trabalho e sua excelente equipe Citros, composta pelos engenheiros agrônomos André Godoy da Silva, Fábio Andrade Prudente, Maurício Geraldo Lofrano e pelo biólogo José Luis da Silva.

Ao meu grande amigo e engenheiro agrônomo Varner Morandini que me incentivou e apoiou na concretização deste grande sonho realizado.

Características de lesões de cancro cítrico associadas à queda prematura de frutos de laranja

Autor: Weber Marti

Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

Resumo

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* causa sérios prejuízos à citricultura por provocar queda de frutos e elevar custo de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de surgimento, tamanho, localização, número de lesões e severidade da doença na queda prematura de frutos. Para estudar isto foram realizados dois tipos de avaliações: (i) relação entre força de arranque do fruto e características das lesões no fruto e (ii) influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico no desenvolvimento dos sintomas e queda de frutos. Quanto maior a proximidade ao pedúnculo, número, tamanho e severidade de lesões grandes (≥ 5 mm), menor foi a força necessária para arranque e maior a queda prematura de frutos. As lesões grandes de cancro cítrico foram responsáveis pela queda prematura de frutos. Lesões pequenas (< 5 mm) não apresentaram influência na perda de frutos pela doença. A maior parte dos frutos caídos apresentou pelo menos uma lesão grande. Dos frutos caídos 91,3% tinham lesão grande independentemente da presença de lesões pequenas, enquanto que apenas 8,7% dos frutos caídos apresentaram apenas lesões pequenas. A queda de frutos que apresentaram a primeira lesão em outubro e novembro foi de 34,9 e 16,3%, respectivamente. Não foi observada queda de frutos que expressaram os primeiros sintomas da doença em dezembro. Quanto mais cedo apareceram os sintomas de cancro cítrico nos frutos, maior foi a queda prematura. Estas informações são de grande relevância para o manejo da doença por auxiliar no direcionamento do controle químico, em função do destino da produção, para suco ou consumo *in natura*.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, Força de arranque.

Characteristics of citrus canker lesions associated to premature sweet orange fruit drop

Author: Weber Marti
Advisor: Prof. Dr. Franklin Behlau

Abstract

Citrus Canker, caused by *Xanthomonas citri* sbsp. *citri*, causes serious consequences to citrus crops by triggering fruit drop and raising the production costs. This research was aimed to evaluate the importance of time for symptom appearance, size, location, number and severity of lesions on the fruit drop. For that, two kinds of evaluations were performed: (i) correlation between fruit removal strength and characteristics of the lesion on fruits, and (ii) the influence of time of symptom appearance on the development of the citrus canker lesions and fruit drop. The large citrus canker lesions (≥ 5 mm) were majorly responsible for premature fruit drop. The small ones (< 5 mm) did not affect fruit loss from canker disease. Most of the dropped fruits presented at least one large lesion. Of the dropped fruits 91,3% presented one large lesion despite the presence of small ones, whereas 8,7% of the dropped fruits had only small lesions. At harvest, 34,9% and 16,3% of the fruits that presented the first lesion of citrus canker in October and November, respectively, had dropped. No fruit drop was observed for the fruits that showed the first symptoms of the disease in December. The nearer from the stem, the higher the number, the larger or the higher the severity of larger lesions, the least was the strength needed for the fruit extraction and the higher was the premature drop due to citrus canker. Moreover, the sooner the symptoms of the citrus canker disease appeared on the fruit, the greater was the fruit drop before the harvest. This information is very much relevant for managing the disease because it aids in directing chemical control to the most favorable period for disease infection and allows for the use of different strategies based on the destine of the production, juice or fresh market.

Keywords: *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, Fruit removal strength.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Divisão do fruto em setores, superior, médio e inferior (a), uso de dinamômetro para medição da força de arranque de fruto com lesão de cancro cítrico (b, c), medição do diâmetro de lesões grandes e pequenas em fruto amostrado com utilização de paquímetro (d) e escala diagramática de severidade de cancro cítrico em frutos maduros (e), extraída de Braido et al. (2015).....6
- Figura 2.** Plantas com os frutos ensacados com malha de náilon (a, b), detalhe do fruto com 3,0 cm recém ensacado (c), detalhe da malha utilizada para ensacamento dos frutos e da lesão inicial de cancro cítrico (d), e fruto retido na malha após queda prematura por cancro cítrico (e).....8
- Figura 3.** Relação entre força de arranque de frutos (kgf) com lesões grandes (≥ 5 mm) de cancro cítrico (x) e diferentes variáveis mensuradas (y) em frutos de laranja doce “Iapar 73” (a-f) e “Valência” (g-m). Lesões pequenas eventualmente presentes foram desconsideradas, exceto na avaliação de severidade (f, m), que considerou toda superfície do fruto. Cada ponto representa um fruto avaliado. Linha representa o ajuste da regressão linear aos dados ($y = ax + b$).....10
- Figura 4.** Relação entre força de arranque de frutos (kgf) com lesões pequenas (< 5 mm) de cancro cítrico (x) e diferentes variáveis mensuradas (y) em frutos de laranja doce “Iapar 73” (a-f) e “Valência” (g-m). Os frutos apresentavam apenas lesões pequenas. Pontos representam um fruto avaliado. Linha representa o ajuste da regressão linear aos dados ($y = ax + b$).....11
- Figura 5.** Porcentual de frutos caídos por mês de surgimento da primeira lesão de cancro cítrico.....13
- Figura 6.** Queda acumulada de frutos que apresentaram a primeira lesão de cancro cítrico nos meses de outubro e novembro e comprimento médio do fruto entre o surgimento dos primeiros sintomas da doença e a colheita.....13
- Figura 7.** Proporção de frutos caídos (a, c) e colhidos (b, d) com lesões grandes (≥ 5 mm) e pequenas (< 5 mm) de cancro cítrico em relação ao total (a, b) e mês de surgimento dos sintomas (c, d). Lesões grandes, frutos com lesões grandes independentemente da presença de lesões pequenas. Lesões pequenas, frutos com presença apenas de lesões pequenas. N.A, não

aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.....14

Figura 8. Setor de localização de lesões grandes ($\geq 5\text{mm}$) de cancro cítrico em frutos caídos e colhidos (a) e distância entre a primeira lesão grande ao pedúnculo em frutos caídos e colhidos que apresentaram sintomas iniciais de cancro cítrico em outubro, novembro e dezembro (b). Barras de erro em b indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.....15

Figura 9. Número de lesões de cancro cítrico por fruto total (a), grandes ($\geq 5,0\text{ mm}$ diâmetro) (b), pequenas ($< 5,0\text{ mm}$ diâmetro) (c), por mês de surgimento dos sintomas em frutos caídos e colhidos. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.....16

Figura 10. Tamanho médio de lesões grandes ($\geq 5,0\text{ mm}$ diâmetro) de cancro cítrico em fruto (a) e tamanho médio da maior lesão (b) presentes em frutos caídos e colhidos de acordo com o mês do surgimento dos sintomas. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.....17

Figura 11. Severidade média de lesões de cancro cítrico (porcentual de área lesionada) em duas faces opostas de frutos de laranja (a) e na face do fruto mais afetada pela doença (b). A severidade foi medida com auxílio de escala diagramática específica e indica o porcentual da área do fruto afetado pelas lesões de cancro cítrico. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E METODOS.....	5
2.1. Influência da lesão de cancro cítrico sobre a força de arranque do fruto	5
2.2. Influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico na queda de frutos.....	7
3. RESULTADOS	9
3.1. Influência da lesão de cancro cítrico sobre a força de arranque do fruto	9
3.2. Influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico na queda de frutos.....	12
4. DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é uma doença que causa sérios prejuízos à produção de citros, presente em diversas regiões do mundo (Gottwald et al., 2002). Foi relatada a primeira vez na Índia em 1.831 (Fawcett & Jenkins, 1933 *apud* Amorim & Bergamim Filho, 2001). No Brasil, a doença foi constatada pela primeira vez em mudas de citros na região de Presidente Prudente, no estado de São Paulo em 1957, contaminadas por material propagativo vindo do Japão (Amaral, 1957; Bitancourt, 1957). Atualmente está presente de forma endêmica em vários estados como Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. No estado de São Paulo, a doença começou a progredir epidemicamente em 2009 após quase 60 anos de adoção efetiva de medidas de exclusão e erradicação (Behlau et al., 2016).

Os sintomas do cancro cítrico podem ser observados em toda a parte aérea das plantas afetando folhas, frutos e ramos. Em geral as lesões possuem de dois até doze milímetros de diâmetro, são circulares, salientes, com coloração amarronzada, corticosas e aspecto eruptivo (Bitancout, 1957; Rossetti, 2001). Em folhas, os sintomas iniciam na forma de pontos de encharcamento do tecido, seguido de amarelecimento da área circunvizinha ao ponto de infecção. Os primeiros sintomas podem ser visualizados na face abaxial da folha devido ao maior número de estômatos nessa região. Com o avanço da doença, estas lesões podem ser vistas nos dois lados da folha e quando mais velhas podem apresentar as bordas com coloração enegrecida. Posteriormente em estádios mais avançados, as lesões tornam-se necróticas e eruptivas, podendo atingir mais de um centímetro de diâmetro. Em frutos e ramos, os sintomas são semelhantes aos observados em folhas. No entanto, em frutos, o crescimento das lesões pode ocasionar formação de anéis concêntricos e rachaduras resultantes da expansão da área lesionada. As lesões de cancro cítrico não afetam a polpa do fruto, pois estão restritas ao flavedo e albedo. Lesões em ramos geralmente são encontradas em plantas jovens e/ou variedades muito suscetíveis, podendo causar morte do ramo quando há coalescência de lesões (Leite Junior, 1990; Behlau & Belasque, 2014).

Folhas velhas, ramos com lesões e até mesmo frutos não colhidos que permanecem na planta de uma safra para outra são as principais formas de sobrevivência da bactéria na plantação causando continuidade do ciclo da doença (Behlau & Belasque, 2014). A bactéria *X. citri* subsp. *citri* não possui estrutura de resistência e não sobrevive por muito tempo fora do hospedeiro em superfícies inertes, insetos, solo, material de colheita, máquinas e utensílios (Graham et al., 1989; Graham et al., 2000).

A disseminação da bactéria do cancro cítrico ocorre pela ação da natureza e do homem. A disseminação pela natureza ocorre junto com chuvas associadas a ventos e pelo homem é disseminada por meio de mudas cítricas infectadas (transporte e plantio), material de colheita, ferramentas, equipes de colheita e equipamentos, frutos e folhas contaminadas. A partir da década de 2000, devido ao adensamento dos pomares, há maior tendência de disseminação da doença nas linhas de plantio por máquinas e equipamentos durante podas, pulverizações e outras operações mecanizadas (Gottwald et al., 2002; Behlau & Belasque 2014). A importância da disseminação de cancro cítrico por mudas foi descrita previamente em trabalho anterior, que relatou a introdução da doença em pomares da região sul do estado de São Paulo por meio de mudas contaminadas produzidas em viveiro de outra região do Estado (Behlau et al., 2014).

A infecção e colonização da planta pelo patógeno ocorrem normalmente em tecidos imaturos sob condições climáticas favoráveis com temperatura em torno de 25 a 35°C e molhamento foliar de pelo menos 4 horas (Dalla Pria et al., 2006). Essas condições são normalmente encontradas durante a primavera e verão nas principais regiões produtoras de citros do Brasil (SP, MG e PR). A infecção em folhas ocorre do início da brotação até 4 a 6 semanas (Gottwald & Graham, 1992; Laranjeira et al., 2005), após esta fase, os tecidos apresentam menor suscetibilidade à infecção, o que resulta em aparecimento de poucas lesões. Folhas afetadas podem apresentar várias lesões de mesmo tamanho devido as infecções terem ocorrido aproximadamente ao mesmo tempo. Folhas maduras são resistentes à infecção desde que não tenham ferimentos. Além dos estômatos, principal via de entrada, a bactéria também pode penetrar nas folhas por meio de ferimentos causados por insetos, ventos e implementos agrícolas. Os frutos apresentam maior susceptibilidade até 90 dias após a queda das pétalas, até 5 cm de diâmetro, período em que apresentam maior taxa de crescimento (Graham et al., 2010).

Várias medidas de controle são utilizadas para reduzir a disseminação da bactéria e a incidência da doença em folhas e frutos em um talhão, propriedade, município ou estado do País. As principais medidas de controle em áreas de ocorrência endêmica da doença, como nos estados do sul do Brasil, são implantação de quebra ventos arbóreo, plantio de mudas sadias, utilização de variedades resistentes ou menos susceptíveis, podas e limpeza de galhos, aplicações de bactericidas cúpricos e controle do inseto minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*), com o uso de inseticidas (Behlau et al., 2010). Como quebra-ventos, destacam-se a *Casuarina cunninghamiana* e *Corymbia torelliana*. Estas espécies apresentam enfolhamento uniforme da base ao topo, rápido crescimento e baixa competição com os citros por água e nutrientes (Behlau & Belasque, 2014). Nas áreas endêmicas é priorizado o plantio de variedades e espécies cítricas resistentes ou menos suscetíveis como tangerinas Ponkan (*C. reticulata*) e as

laranjas doces Folha Murcha, Valência e Pera (Vargas et al., 2013). O controle do minador dos citros é um fator muito importante na redução da incidência de cancro cítrico nos pomares. Os ferimentos provocados por este inseto, principalmente em folhas jovens, facilitam a penetração e infecção da bactéria *X. citri* subsp. *citri* (Jesus et al., 2006). O controle químico do cancro cítrico ocorre pela aplicação foliar de bactericidas cúpricos durante o período de desenvolvimento e expansão de folhas e frutos, quando estes apresentam maior susceptibilidade. Esta medida previne a incidência de lesões que causam a queda de frutos antes da maturação. As aplicações são iniciadas no fluxo vegetativo da florada e se estendem pelos quatro meses subsequentes. Para o manejo do cancro cítrico, o momento de aplicação do cobre é crítico para o sucesso no controle, a fim de proteger folhas e frutos em períodos de maior suscetibilidade (Behlau et al., 2008, 2010; Graham et al., 2011).

Por outro lado, há regiões citrícolas onde a doença não ocorre ou apresentam baixa incidência, como é o caso do estado de São Paulo que vem apresentando casos da doença há quase 60 anos. Neste estado, maior produtor mundial de laranjas (Neves et al., 2010), o controle do cancro cítrico é realizado principalmente pelo emprego de medidas de exclusão e erradicação, incluindo desinfestação de veículos, máquinas e material de colheita, plantio de mudas sadias, inspeções frequentes e eliminação de plantas sintomáticas (Behlau & Belasque, 2014).

Apesar de mais de cinco décadas de intensa vigilância e contenção do cancro cítrico em São Paulo a incidência desta doença está aumentando e atingindo níveis recordes a cada ano. Este crescimento deve-se principalmente às alterações normativas importantes que reduziram o rigor da erradicação do cancro cítrico no Estado. Em 25 de junho de 2009, a Resolução SAA 43 aboliu a necessidade da erradicação de talhões com incidência de plantas sintomáticas superior a 0,5%, obrigando o citricultor a erradicar a planta sintomática e todas as outras plantas ao seu redor em um raio de 30 metros, independentemente da incidência. A erradicação baseada na incidência da doença no talhão foi fundamental para manter a supressão do cancro cítrico no Estado de 1999 a 2009. Neste período, 65% dos focos da doença foram eliminados pela remoção de talhões com incidência de plantas doentes superior a 0,5% (Behlau et al., 2016).

A alteração mais recente da legislação ocorreu 31 de outubro de 2013 pela publicação da Resolução SAA 147, a qual estabelece a obrigatoriedade da erradicação somente das plantas sintomáticas e pulverização das demais plantas de citros abrangidas em um raio mínimo de 30 metros a partir da planta doente com bactericida a base de cobre a cada brotação. Além disso, esta resolução determina que todo produtor de citros realize no mínimo uma inspeção trimestral em todas as plantas e apresente semestralmente um relatório à Coordenadoria de Defesa

Agropecuária (Behlau & Belasque, 2014). Pela primeira vez na história do cancro cítrico em São Paulo o raio de erradicação de plantas assintomáticas deixou de ser obrigatório.

Os danos diretos provocados pelo cancro cítrico estão relacionados à (i) desfolha e depauperamento das plantas, principalmente em pomares jovens e variedades mais susceptíveis; (ii) redução da qualidade dos frutos lesionados que ficam retidos, os quais perdem valor comercial devido a depreciação da casca; e (iii) redução da produtividade devido à queda precoce das frutas com lesões (Behlau & Belasque, 2014). Dentre estas consequências, a queda prematura de frutos, que pode atingir 80% em casos mais severos, é o principal prejuízo do cancro cítrico na produção de citros (Behlau & Belasque, 2014). Trabalhos anteriores que avaliaram o efeito de bactericidas cúpricos no controle de cancro cítrico e observações de campo sugerem que a queda está associada à presença de lesões grandes, as quais parecem surgir durante os estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos (Graham et al., 2010, 2011). No entanto, não foram realizados, até o momento, trabalhos específicos para mensuração e comprovação destas observações. Conhecer os fatores e as características das lesões que levam os frutos afetados à queda precoce pode contribuir para aperfeiçoar as medidas de manejo, reduzindo assim o impacto da doença na produção. Desta forma, objetivou-se com este trabalho, estudar a influência da época de surgimento, tamanho, localização e número de lesões de cancro cítrico na queda prematura de frutos.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Influência da lesão de cancro cítrico sobre a força de arranque do fruto

As avaliações da influência da lesão de cancro cítrico sobre a força de arranque foram realizadas em dois pomares comerciais de laranja doce (*Citrus sinensis*), localizados no estado do Paraná. O primeiro estudo foi feito em 11/06/2013 em um talhão da variedade precoce “Iapar 73” (mais susceptível ao cancro cítrico) enxertada sobre limão cravo (*Citrus limonia*), plantada em 2003, no município de Guairaçá. A segunda avaliação foi feita em 22/09/2014 em talhão da variedade de laranja doce “Valência” (menos susceptível), enxertada sobre limão Cravo, plantada em 2006, município de Paranavaí. Estas avaliações foram feitas em frutos maduros que apresentavam a casca com coloração amarelo-alaranjada um dia antes da colheita.

Baseado em trabalho anterior que indica que lesões grandes são as maiores responsáveis pela queda precoce de frutos (Graham et al., 2010, 2011), dois grupos distintos de frutos lesionados foram amostrados para cada uma das variedades: frutos com apenas lesões pequenas (<5,0 mm) e frutos com lesões grandes ($\geq 5,0$ mm), independentemente da presença de lesão pequena. A amostragem foi realizada de acordo com o setor de localização (superior, mediano, inferior no fruto) da primeira lesão grande ou pequena (Figura 1 a). Assim, um total de 60 e 90 frutos com lesões grandes foram amostrados dos talhões de Iapar 73 e Valência, respectivamente. Um setor de cada uma destas amostras apresentava a primeira lesão grande em cada terço horizontal dos frutos. Além desses, foram amostrados frutos apenas com lesões pequenas, sendo coletados 22 e 90 frutos para Iapar 73 e Valência, respectivamente. Os critérios de coleta das amostras foram os mesmos usados para os frutos de lesão grande.

Todos os frutos foram arrancados da planta com o auxílio de um dinamômetro digital, marca Lutron, modelo FG-5020 Force Gauge (Figura 1 b, c), para mensurar a força de arranque medida em kgf. As medições de tamanho e distância das lesões e comprimento dos frutos foram realizadas com paquímetro metálico de 150 mm 6 Eccofer (Figura 1 d). Para cada fruto arrancado foram coletados dados de força para arranque, setor de localização (superior, mediano, inferior), diâmetro e distância linear da primeira lesão ao pedúnculo. Além disso, também foi mensurada a severidade das lesões no fruto, número de lesões e comprimento do fruto do pedúnculo à base inferior. Este último parâmetro foi avaliado para estudar se o efeito da distância da primeira lesão grande ao pedúnculo na queda prematura é influenciado pelo tamanho do fruto. Em frutos com lesões grandes, as lesões pequenas eventualmente presentes foram desconsideradas, exceto na avaliação de severidade, que considerou toda área da casca

do fruto afetada. A severidade da doença foi avaliada atribuindo nota para face do fruto mais afetada pela doença, de acordo com a escala diagramática previamente desenvolvida para frutos maduros (Figura 1 e), que indica o percentual da superfície do fruto afetada pelas lesões de cancro cítrico (Braidó et al., 2015).

Os dados foram analisados por meio de regressão linear ($y = ax + b$) entre força de arranque (x) e as variáveis mensuradas (y).



Figura 1. Divisão do fruto em setores, superior, médio e inferior (a), uso de dinamômetro para medição da força de arranque de fruto com lesão de cancro cítrico (b, c), medição do diâmetro de lesões grandes e pequenas em fruto amostrado com utilização de paquímetro (d) e escala diagramática de severidade de cancro cítrico em frutos maduros (e), extraída de Braidó et al. (2015).

2.2. Influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico na queda de frutos

A avaliação da influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico na queda de frutos foi conduzida em uma linha no mesmo talhão da variedade de laranja doce “Valência” utilizado no experimento anterior, em plantas que não receberam nenhuma aplicação de cobre durante toda a safra. No total foram selecionados, marcados e ensacados com malha de náilon 115 frutos distribuídos em 28 plantas aleatórias em uma linha de plantio (Figura 2 a-c), sendo 50, 50 e 15 frutos jovens que apresentaram a primeira lesão de cancro cítrico em outubro, novembro e dezembro de 2013, respectivamente. No momento da marcação, todos os frutos apresentavam apenas uma lesão com tamanho de ≤ 2 mm (Figura 2 d). Nos dias 25/10/2013, 20/11/2013 e 18/12/2013, foram marcados frutos com 30, 40 e 45 mm, respectivamente. Em dezembro, houve dificuldade de encontrar frutos com apenas uma lesão inicial. Os frutos foram ensacados individualmente com malha de náilon, de coloração amarela, com orifícios de 10 mm (Figura 2). Esta malha foi utilizada para prevenir que os frutos caíssem no solo e também para monitorar a queda. Os frutos desprendidos ficaram retidos na malha, facilitando a avaliação dos sintomas de cancro cítrico (Figura 2 e).

Os frutos marcados foram vistoriados quinzenalmente durante um ano, de outubro de 2013 até a colheita em 22 de setembro de 2014. Para os frutos caídos foram anotados dados sobre a data da queda, comprimento do fruto, número de lesões grandes e pequenas, distância e terço de localização das lesões grandes ao pedúnculo, tamanho das lesões grandes e severidade das lesões no fruto. As medições foram realizadas com paquímetro, como descrito anteriormente. A severidade total da doença foi avaliada atribuindo duas notas para cada fruto, sendo uma nota para cada face, de acordo com escala diagramática previamente desenvolvida para frutos maduros (Figura 1 e), que indica o percentual da área do fruto afetada pelas lesões de cancro cítrico (Braidó et al., 2015). Os frutos que não caíram prematuramente foram avaliados da mesma forma no momento da colheita.

Os dados foram analisados pela comparação das características das lesões em frutos caídos e colhidos em cada mês de surgimento das lesões utilizando estatística descritiva.



Figura 2. Plantas com os frutos ensacados com malha de náilon (a, b), detalhe do fruto com 3,0 cm recém ensacado (c), detalhe da malha utilizada para ensacamento dos frutos e da lesão inicial de cancro cítrico (d), e fruto retido na malha após queda prematura por cancro cítrico (e).

3. RESULTADOS

3.1. Influência da lesão de cancro cítrico sobre a força de arranque do fruto

As lesões grandes de cancro cítrico influenciaram na força de arranque. A análise de regressão linear mostrou a existência de relação negativa significativa ($p < 0,01$) entre força de arranque e (i) diâmetro da primeira lesão grande, (ii) número de lesões grandes e (iii) severidade na face do fruto mais afetada pelo cancro cítrico (Figura 3). Por outro lado, foi observada relação linear positiva significativa ($p < 0,01$) entre a força de arranque do fruto e (i) distância da primeira lesão grande ao pedúnculo e (ii) proporção entre a distância da primeira lesão grande e comprimento do fruto (Figura 3). Não foi observada relação significativa entre força de arranque e comprimento do fruto (Figura 3). Os maiores coeficientes de determinação ($R^2 = 0,28$ e $0,46$, para Iapar 73 e Valência, respectivamente) foram obtidos entre força de arranque e distância da primeira lesão grande ao pedúnculo (Figura 3 b, h). Da mesma forma, não foi observada nenhuma relação significativa ($p > 0,05$) entre força de arranque e qualquer característica analisada de lesões pequenas (Figura 4). Todos estes resultados foram observados para as duas variedades estudadas (Figuras 3 e 4).

Além da influência das lesões grandes sobre a força de arranque, foi possível observar variação na força de remoção entre as variedades Iapar 73 e Valência. Frutos de 'Iapar 73' apresentaram menor força de arranque que frutos de "Valência". Para 78,3 dos fruto de 'Iapar 73' e 23,3% para os frutos de "Valência" com lesões grandes de cancro cítrico, a força de arranque foi inferior a 5,0 kgf (figura 3). Para os frutos com lesões pequenas foi observada a mesma tendência, onde, 45,5 e 4,0% dos frutos das variedades "Iapar 73" e "Valência" respectivamente, foram arrancados com força inferior a 5,0 kgf.

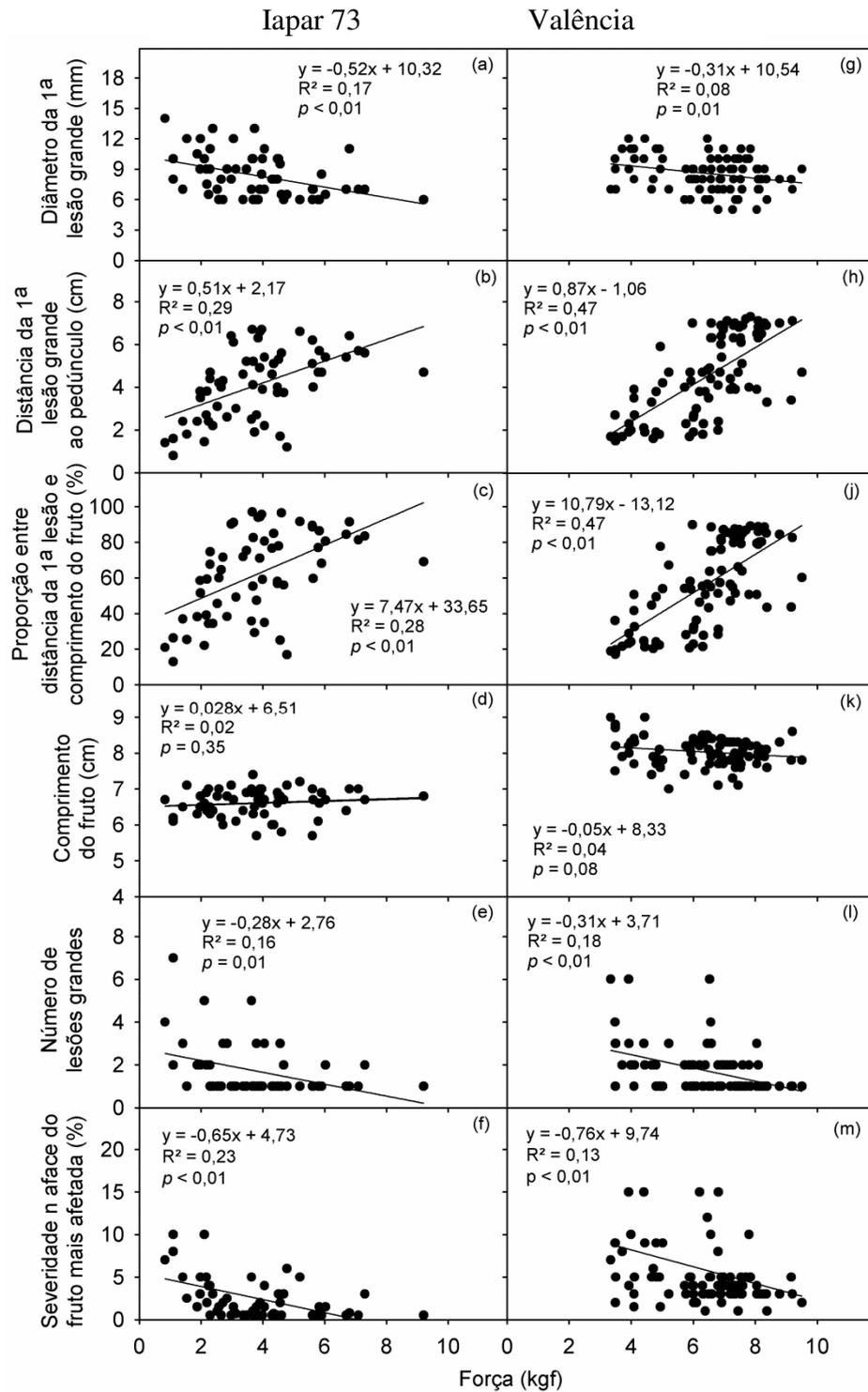


Figura 3. Relação entre força de arranque de frutos (kgf) com lesões grandes (≥ 5 mm) de cancro cítrico (x) e diferentes variáveis mensuradas (y) em frutos de laranja doce “Iapar 73” (a-f) e “Valência” (g-m). Lesões pequenas eventualmente presentes foram desconsideradas, exceto na avaliação de severidade (f, m), que considerou toda superfície do fruto. Cada ponto representa um fruto avaliado. Linha representa o ajuste da regressão linear aos dados ($y = ax + b$).

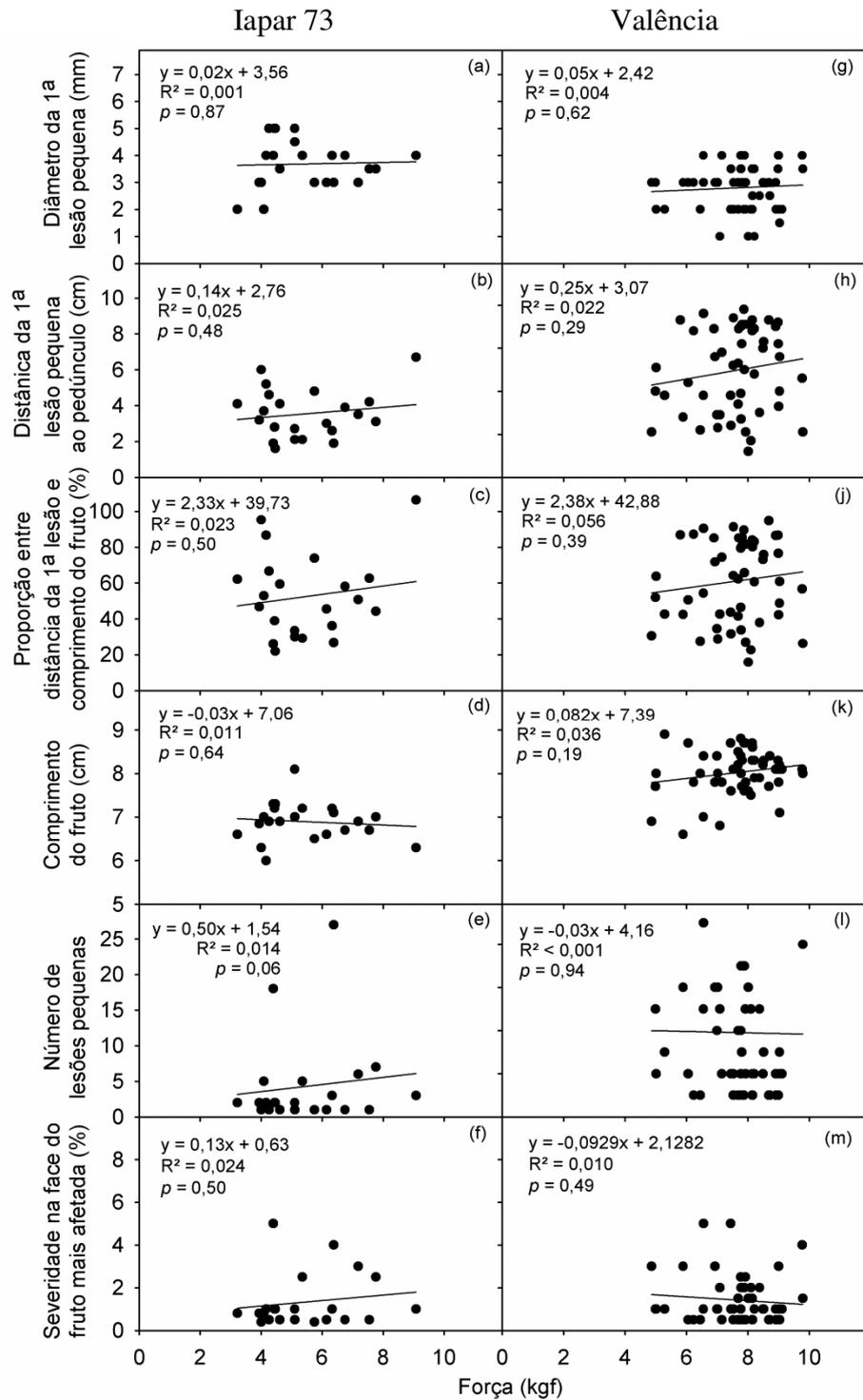


Figura 4. Relação entre força de arranque de frutos (kgf) com lesões pequenas (< 5 mm) de cancro cítrico (x) e diferentes variáveis mensuradas (y) em frutos de laranja doce “Iapar 73” (a-f) e “Valência” (g-m). Os frutos apresentavam apenas lesões pequenas. Pontos representam um fruto avaliado. Linha representa o ajuste da regressão linear aos dados ($y = ax + b$).

3.2. Influência da época de surgimento de lesões de cancro cítrico na queda de frutos

Quanto mais cedo apareceram os sintomas de cancro cítrico nos frutos maior foi a taxa e precocidade de queda antes da colheita da variedade Valência (Figuras 5 e 6). A proporção de queda de frutos que apresentaram a primeira lesão em outubro e novembro foi de 34,9 e 16,3%, respectivamente (Figura 5). Não foi observada queda de frutos que expressaram os primeiros sintomas da doença em dezembro. Além disso, não foram observados frutos com sintomas iniciais a partir de janeiro quando estes apresentavam comprimento médio de 5 cm (Figura 6). A queda de frutos que apresentaram sintomas iniciais da doença em outubro iniciou com apenas um fruto em janeiro e foi mais concentrada entre abril e julho. Os frutos que apresentaram sintomas em novembro começaram a cair em abril e apresentaram o ápice de queda em setembro. No mês da colheita (setembro), os frutos que caíram representaram 26,7 e 62,5%, respectivamente, para os frutos marcados em outubro e novembro (Figura 6).

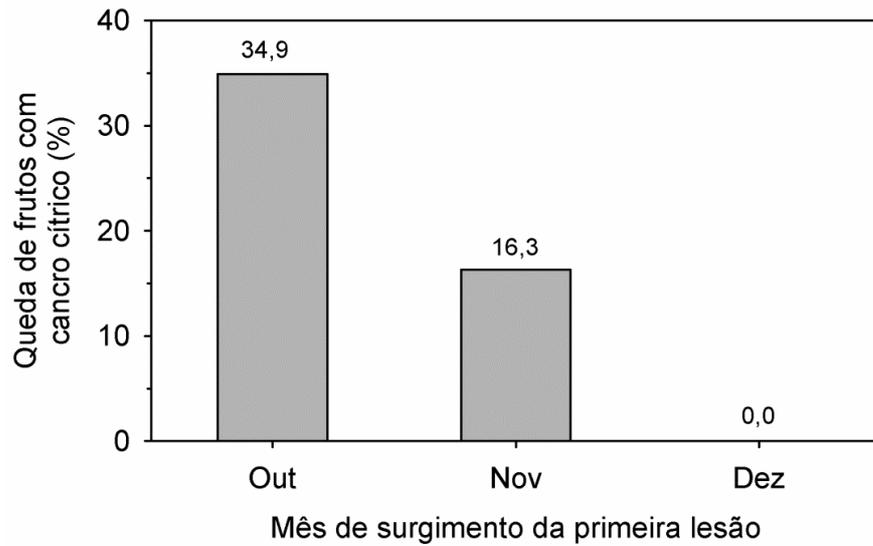


Figura 5. Porcentual de frutos caídos por mês de surgimento da primeira lesão de cancro cítrico.

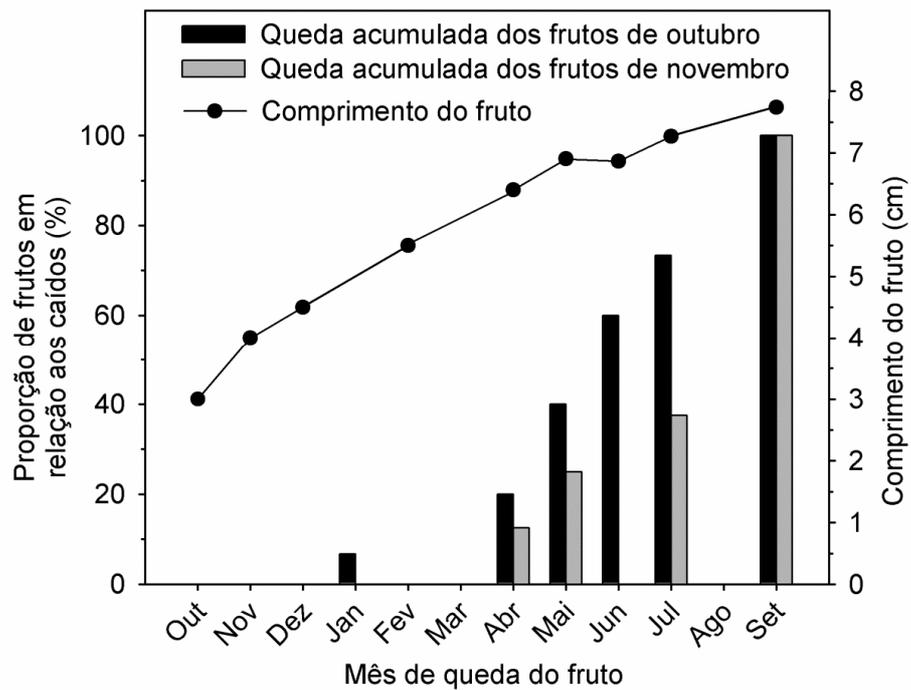


Figura 6. Queda acumulada de frutos que apresentaram a primeira lesão de cancro cítrico nos meses de outubro e novembro e comprimento médio do fruto entre o surgimento dos primeiros sintomas da doença e a colheita.

A maior parte dos frutos caídos apresentou pelo menos uma lesão grande (Figura 7). Dos frutos caídos 91,3% tinham lesão grande independentemente da presença de lesões pequenas, enquanto que apenas 8,7% dos frutos caídos apresentaram apenas lesões pequenas (Figura 7 a). Em frutos colhidos, aproximadamente a metade dos frutos não apresentaram lesões grandes

(Figura 7 b). Quanto mais cedo os sintomas apareceram nos frutos, maior foi a ocorrência de lesões grandes (Figuras 7 c, d). Em frutos caídos que apresentaram sintomas iniciais em outubro e novembro, a incidência de lesões grandes foi de 93,3 e 87,5%, respectivamente. Da mesma forma, em frutos colhidos, os percentuais foram 88,9 e 35,1%, respectivamente (Figura 7 c, d).

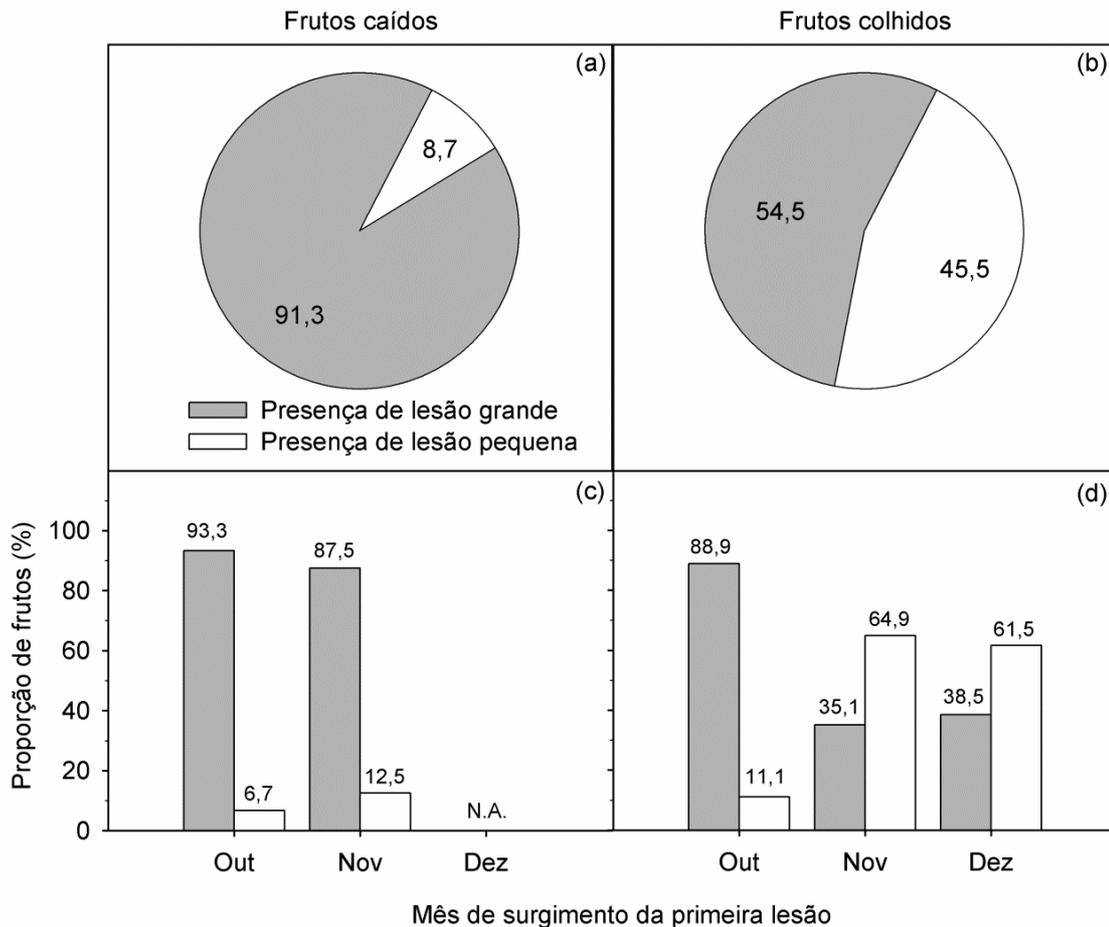


Figura 7. Proporção de frutos caídos (a, c) e colhidos (b, d) com lesões grandes (≥ 5 mm) e pequenas (< 5 mm) de cancro cítrico em relação ao total (a, b) e mês de surgimento dos sintomas (c, d). Lesões grandes, frutos com lesões grandes independentemente da presença de lesões pequenas. Lesões pequenas, frutos com presença apenas de lesões pequenas. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.

Maior proporção de queda prematura foi observada para frutos com lesões de cancro cítrico mais próximo ao pedúnculo (Figura 8). Do total de frutos caídos, 71,4% apresentaram a primeira lesão grande no terço superior. Em frutos colhidos esta proporção foi de 33,3%. Por outro lado, em frutos colhidos 66,7% apresentaram a primeira lesão grande no terço médio e inferior, contra 28,6% em frutos caídos (Figura 8 a). A distância média da primeira lesão grande

ao pedúnculo em frutos colhidos foi maior ou igual a 4,6 cm. Em contraste, em frutos caídos a distância média foi de no máximo 4 cm de distância (Figura 8 b). Quanto mais cedo o fruto apresentou sintomas, menor foi a distância média da primeira lesão grande ao pedúnculo em frutos caídos e colhidos (Figura 8 b).

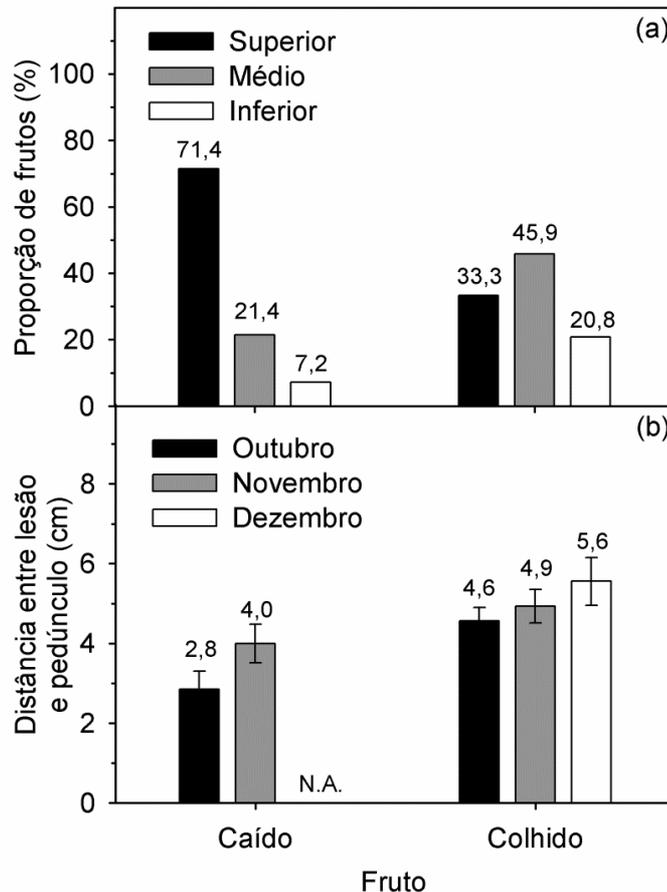


Figura 8. Setor de localização de lesões grandes (≥ 5 mm) de cancro cítrico em frutos caídos e colhidos (a) e distância entre a primeira lesão grande ao pedúnculo em frutos caídos e colhidos que apresentaram sintomas iniciais de cancro cítrico em outubro, novembro e dezembro (b). Barras de erro em b indicam o erro padrão da média. N.A., não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.

Quanto mais cedo apareceram os sintomas de cancro cítrico nos frutos, maior o número total de lesões, lesões grandes e lesões pequenas observadas nos mesmos após a queda prematura e na colheita (Figura 9). O número médio de lesões grandes em frutos caídos variou de 2,8 a 3,3, e foi maior que em frutos colhidos, nos quais o número de lesões com diâmetro igual ou maior que 5,0 mm variou de 0,4 a 2,0 (Figura 9 b). Ao contrário, o número médio de

lesões pequenas foi maior em frutos colhidos em relação aos colhidos para cada mês de surgimento das lesões. Por exemplo, nos frutos marcados em outubro o número médio de lesões pequenas por fruto caído e colhido foi de 3,9 e 6,8, respectivamente (Figura 9 c).

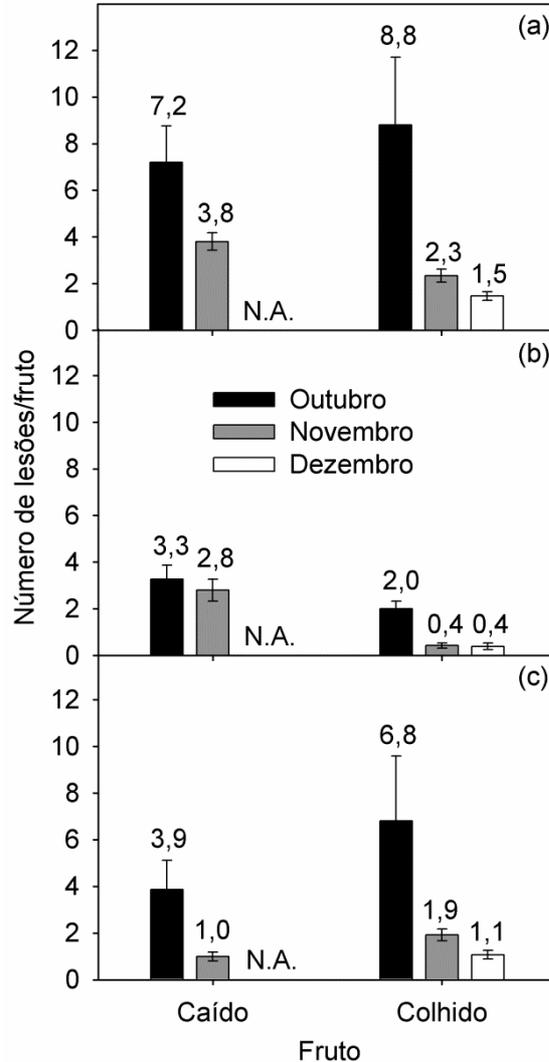


Figura 9. Número de lesões de cancro cítrico por fruto total (a), grandes ($\geq 5,0$ mm diâmetro) (b), pequenas ($< 5,0$ mm diâmetro) (c), por mês de surgimento dos sintomas em frutos caídos e colhidos. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.

Da mesma forma que a ocorrência e número, o diâmetro de lesões grandes foi maior em frutos que apresentaram sintomas mais precocemente, na fase inicial de desenvolvimento (Figura 10). O tamanho médio das lesões grandes em frutos caídos variou de 0,74 a 0,84 cm e foi maior que em frutos colhidos, que apresentaram lesões grandes médias de 0,52 a 0,65 cm

(Figura 10 a). A análise do tamanho médio da maior lesão no fruto revelou resultados semelhantes à média de todas as lesões grandes (Figura 10 b).

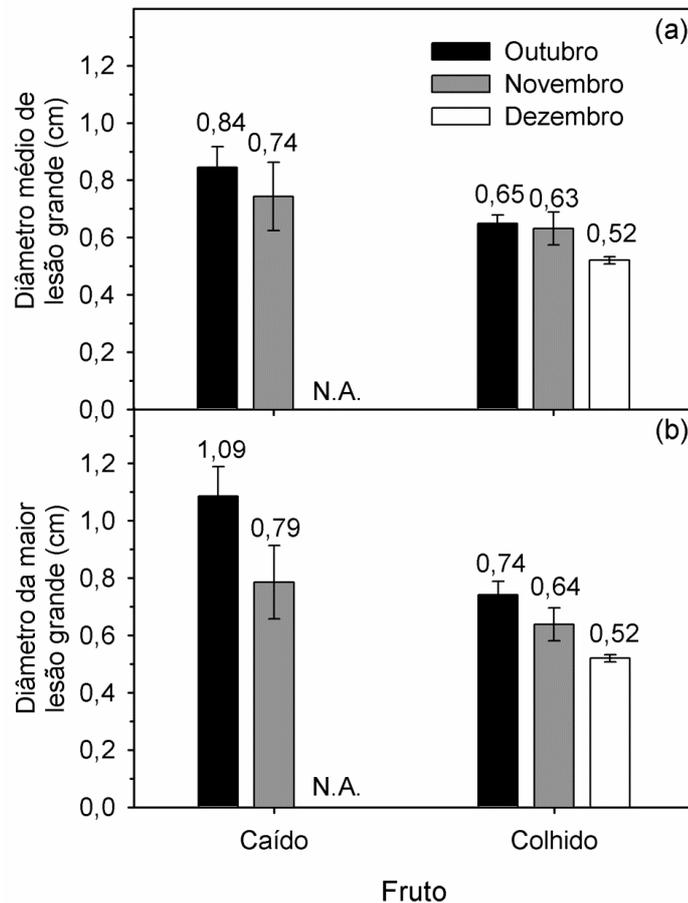


Figura 10. Tamanho médio de lesões grandes ($\geq 5,0$ mm diâmetro) de cancro cítrico em fruto (a) e tamanho médio da maior lesão (b) presentes em frutos caídos e colhidos de acordo com o mês do surgimento dos sintomas. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.

As severidades de lesões de cancro cítrico total (Figura 11 a) e na face mais afetada (Figura 11 b) foram maiores em frutos que apresentaram sintomas da doença mais precocemente. Frutos caídos apresentaram severidade na face mais afetada superior aos frutos colhidos, independente da época de surgimento da lesão. A severidade observada nos frutos no momento da queda foi $\geq 3,6\%$, enquanto que em frutos colhidos foi $< 3,0\%$ (Figura 11 b).

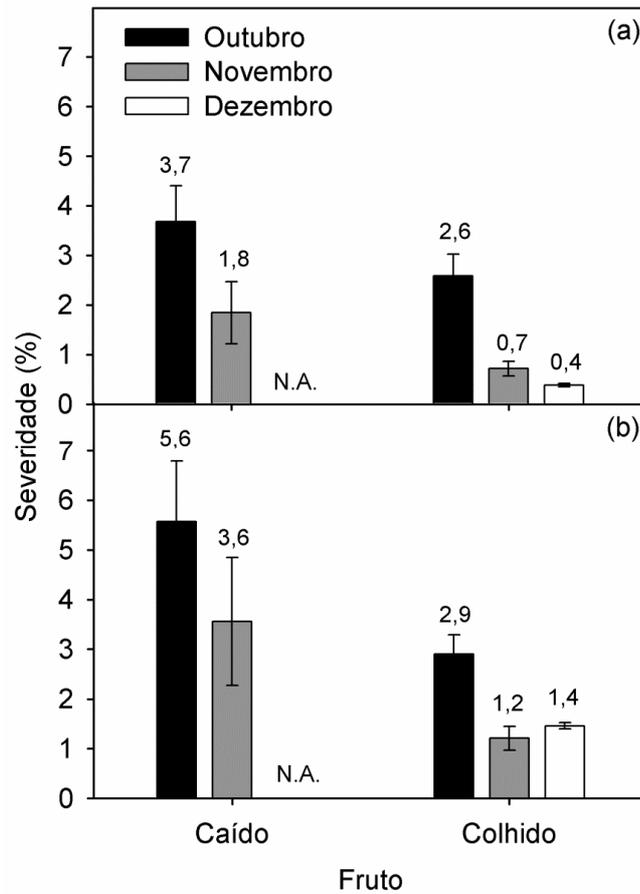


Figura 11. Severidade média de lesões de cancro cítrico (porcentual de área lesionada) em duas faces opostas de frutos de laranja (a) e na face do fruto mais afetada pela doença (b). A severidade foi medida com auxílio de escala diagramática específica e indica o porcentual da área do fruto afetado pelas lesões de cancro cítrico. Barras de erro indicam o erro padrão da média. N.A, não aplicável, pois não ocorreu queda de frutos marcados com primeiro sintoma em dezembro.

4. DISCUSSÃO

O tamanho da lesão de cancro cítrico em frutos de laranja doce influencia diretamente na queda precoce de frutos. Este estudo demonstrou que estas características influenciam na queda prematura dos frutos e que nem todas as lesões da doença nos frutos causam queda. As lesões grandes de cancro cítrico, com diâmetro ≥ 5 mm, foram responsáveis pela queda prematura de frutos afetados pela doença. A grande maioria dos frutos caídos (> 90%) apresentou lesões grandes. No entanto, dos frutos colhidos, apenas a metade apresentou lesões grandes, as quais ocorreram em número relativamente menor e estavam mais concentradas nos terços mediano e inferior dos frutos (>65%) em relação aos frutos caídos. Lesões pequenas não apresentaram influência sobre a queda precoce. Estes resultados corroboram com observações anteriores que relacionaram a queda precoce dos frutos afetados por cancro cítrico com lesões maiores (Graham et al., 2010, 2011). A variação do tamanho e número de lesões nos frutos é resultado do período de susceptibilidade dos frutos de laranja doce ao cancro cítrico, que pode ser de pouco mais de 100 dias (Graham et al., 1992), que leva à ocorrência de mais de um ciclo de infecção por safra.

A localização, número e severidade das lesões grandes afetaram diretamente a queda de frutos por *X. citri* subsp. *citri*. Estes fatores interferiram tanto na força de arranque de frutos como na frequência de frutos caídos prematuramente. Em trabalho similar, foi observado que a taxa de queda de frutos afetados por pinta preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) aumentou proporcionalmente com o aumento da severidade da doença na casca (Ferretti, 2013). De acordo com o presente estudo, quanto mais próximas do pedúnculo e maior o número ou severidade das lesões grandes de cancro cítrico (≥ 5 mm), maior a influência sobre a queda prematura de fruto. Isto pode estar relacionado à produção do etileno no tecido lesionado. Trabalhos anteriores demonstraram o envolvimento do etileno como principal regulador na abscisão de folhas e frutos de citros (Tudela & Primo-Millo, 1992; Goren, 1993). O etileno é o regulador vegetal que atua na abscisão pela aceleração da senescência (Burg, 1968; Brown, 1997). Goto et al., (1980) demonstraram a associação de folhas de citros colonizadas por *X. citri* subsp. *citri* e produção de etileno. Posteriormente, foi comprovado que este regulador vegetal não é produzido pelo patógeno, mas pela planta hospedeira (Dutta & Biggs, 1991). Quanto maior o tamanho da lesão de cancro cítrico na folha, maior é a produção de etileno e quanto mais próximas as lesões estão do pecíolo, maior é a desfolha associada a produção do etileno (Goto et al., 1980). Em macieiras foi observado um aumento de enzimas relacionadas a degradação da parede celular na zona de abscisão provocado pelo etileno (Bonghi et al., 1992). Em outro

patossistema, a queda prematura de flores e frutos causada pela podridão floral dos citros (*Colletotrichum acutatum*) foi relacionada, entre outros, ao aumento dos níveis etileno nas pétalas infectadas (Lahey et al., 2004). Assim, com base em resultados obtidos nestes estudos, é possível que lesões grandes de cancro cítrico em frutos também induzam a produção de maiores quantidades de etileno e assim contribuam de maneira mais significativa para a queda prematura da produção. Da mesma forma, pode-se inferir que lesões de cancro cítrico mais próximo ao pedúnculo apresentam maior influência na queda precoce por induzirem a produção de etileno em região do fruto mais próxima da zona de abscisão.

Aparentemente, existe uma margem de tolerância ao etileno no fruto ou mesmo uma severidade mínima de cancro cítrico para que o etileno seja produzido em quantidades significativas que levam à queda prematura. Isto explicaria o fato de lesões pequenas de cancro cítrico, independentemente do número (não raramente dezenas) e localização no fruto, não influenciarem na queda prematura e na força de arranque, como observado neste estudo.

A época de surgimento das lesões de cancro cítrico interferiu significativamente na queda prematura de frutos afetados pela doença. Infecções de frutos por *X. citri* subsp. *citri*, em estádios iniciais de desenvolvimento, aumentam drasticamente a probabilidade de queda. Da mesma forma, neste estudo os frutos desenvolveram sintomas iniciais até dezembro, quando tinham em média 4,5 cm. Em janeiro, mês em que o diâmetro médio atingiu 5,0 cm, e em meses subsequentes, não foram encontrados frutos com novas lesões de cancro cítrico. Segundo Graham (1992) a maior susceptibilidade ocorre quando os frutos apresentam de 2,0 a 5,0 cm de diâmetro. Nesta fase, os frutos estão em expansão acelerada e contínua. Frutos com diâmetro menor que 2,0 cm são menos suscetíveis à infecção pelo fato de seus estômatos não estarem abertos (Graham et al., 2010). Assim, além da juvenilidade do tecido, as infecções são favorecidas pela desproteção superficial devido à formação de áreas não cobertas pelo cobre, que não se redistribui na superfície vegetal tratada.

No presente estudo, observou-se uma tendência da primeira lesão grande de cancro cítrico ocorrer mais próxima ao pedúnculo em frutos que apresentaram os sintomas mais precocemente. Isto está provavelmente relacionado ao fato de que estes frutos são mais suscetíveis à doença em estádios iniciais de desenvolvimento. Assim, o número de lesões grandes formadas e a probabilidade destas lesões estarem próximas ao pedúnculo são proporcionalmente maiores em frutos mais jovens. Observações semelhantes foram feitas para frutos afetados por mancha preta dos citros (Ferreti, 2013). De acordo com esse autor, quanto maior a severidade da doença no fruto, menor foi a distância da primeira lesão ao pedúnculo.

A caracterização das lesões de cancro cítrico que levam a queda prematura de frutos e determinação do período e circunstâncias em que estas lesões são originadas é de grande importância para o manejo da doença. Assim, com bases nestas informações, diferentes estratégias podem ser adotadas. Visto que a queda prematura de frutos com cancro cítrico aumentou com o amadurecimento dos frutos e foi mais acentuada no último mês, a antecipação da colheita poderia minimizar as perdas decorrentes da doença. Outra estratégia é o direcionamento do controle químico, seja este realizado com aplicações de cobre ou de indutores de resistência (Graham & Myers, 2013), de acordo com o destino da produção, suco ou frutas frescas. Pomares cuja produção está voltada à indústria de suco, devem concentrar o controle químico do cancro cítrico durante três a quatro meses a partir do florescimento, até os frutos atingirem 5,0 cm de diâmetro. Neste caso, o objetivo do controle é prevenir infecções quando o fruto está altamente susceptível, a fim de evitar ou diminuir significativamente a quantidade lesões grandes e, conseqüentemente, a queda e a redução da produção. Neste cenário lesões pequenas, as quais são originadas predominantemente de infecções tardias ocorridas no final do período de susceptibilidade, não são importantes, pois estas lesões não afetam a qualidade do suco (Behlau & Belasque, 2014) e não levam a queda prematura dos frutos. Por outro lado, em pomares destinados à produção de frutas para consumo *in natura*, a qualidade visual, ou seja, o aspecto da casca é fundamental para a comercialização da produção. Assim, nesta situação o controle químico deve ser estendido para evitar a formação de qualquer tipo de lesão de cancro cítrico, incluindo lesões pequenas.

5. CONCLUSÃO

Lesões grandes de cancro cítrico (≥ 5 mm) estão mais associadas que as lesões pequenas com a queda prematura de frutos de laranja afetados pela doença.

Quanto mais precocemente o fruto de laranja doce desenvolve sintomas de cancro cítrico, maiores são o tamanho, número, proximidade ao pedúnculo e severidade de lesões que acarretam a queda prematura de frutos.

REFERÊNCIAS

- Amaral, S.F. 1957. Providências para a erradicação do cancro cítrico. **O Biológico** 23:112-123.
- Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2001. A epidemiologia do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 27:151-156.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Bergamin, A.F., Graham, J.H., Leite Junior, R.P., Gottwald, T. R. 2008. Copper sprays and windbreaks for control of citrus canker on young orange trees in southern Brazil. **Crop Protection** 27:807-813.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Graham, J.H., Leite Junior, R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300-305.
- Behlau, F., Belasque Junior, J. 2014. **Cancro cítrico: a doença e seu controle**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura. 82 p.
- Behlau, F., Fonseca, A.E., Belasque Junior, J. 2016. A comprehensive analysis of the citrus eradication program in São Paulo State from 1999 to 2009. **Plant Pathology**. No prelo. Doi: 10.1111/ppa.12503.
- Bitancourt, A.A. 1957. O cancro cítrico. **O Biológico** 23(6):101-111.
- Bonghi, C., Rascio, N., Ramina, A., Casadoro, G., 1992. Cellulase and polygalacturonase involvement in the abscission of leaf and fruit explants of peach. **Plant Molecular Biology** 20:839-848.
- Braido, R., Gonçalves-Zuliane, A.M.O., Nocchi, P.T.R., Belasque Junior, J., Janeiro, V., Bock, C.H., Nunes, W.M.C. 2015. A standard area diagram set to aid estimation of the severity. **European Journal of Plant Pathology** 141:327-337.
- Brown, K. M., 1997. Ethylene and abscission. **Physiologia Plantarum** 100:567-576
- Burg, S.P. 1968. Ethylene, plant senescence and abscission. **Plant Physiology** 43:1503-1511.
- Dalla Pria, M., Christiano, R.C.S., Furtado, E.L., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2006. Effect of temperature and leaf wetness duration on infection of sweet oranges by Asiatic citrus canker. **Plant Pathology** 55:657-663.
- Dutta, S., Biggs, R.H. 1991. Regulation of ethylene biosynthesis in citrus leaves infected with *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. **Physiologia Plantarum** 82:225-230.
- Ferretti, M.O. 2013. Relação da severidade e localização de sintomas de mancha preta dos citros com a queda prematura de frutos. 40 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Goto, M., Yagueri, Y., Hyodo, H. 1980. Ethylene production in citrus leaves infected with *Xanthomonas citri* and its relation to defoliation. **Physiological Plant Pathology** 16:343-350.

- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Civerolo, E.L., McGuire, R.G. 1989. Population dynamics and survival of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in soil in citrus nurseries in Maryland and Argentina. **Plant Disease** 73:423-427.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Bruce, M.A. 1992. Susceptibility of citrus fruit to citrus bacterial spot and citrus canker. **Phytopathology** 82:452-457.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Cubero, J., Drouillard, D.L. 2000. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (*Xcc*) on various surfaces and chemical control of Asiatic citrus canker (ACC). (Abstr.). **Proceedings of the International Citrus Canker Research Workshop**. Ft. Pierce FL. 2000.
- Graham, J.H., Dewdney, M.M., Myers, M.E. 2010. Streptomycin and Copper Formulations for Control of Citrus Canker on Grapefruit. **Proc. Florida State Horticultural Society** 123:92-99.
- Graham, J.H., Dewdney, M.M., Yonce, H.D. 2011. Comparison of copper formulations for control of citrus canker on 'Hamlin' Orange. **Proc. Florida State Horticultural Society** 124:79-84.
- Graham, J.H., Myers, M.E. 2013. Integration of soil applied neonicotinoid insecticides and acibenzolar-S-methyl for systemic acquired resistance (SAR) control of citrus canker on young citrus trees. **Crop Protection** 54:239-243.
- Goren, R. 1993. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in *Citrus*. **Horticultural Reviews** 15:33-46.
- Gottwald, T.R., Graham, J.H., 1992. A device for precise and nondisruptive stomatal inoculation of leaf tissue with bacterial pathogens. **Phytopathology** 82:930-935.
- Gottwald, T.R., Sun, X., Riley, T., Graham, J.H., Ferrandino, F., Taylor, E.L. 2002. Geo-Referenced spatiotemporal analysis of the urban citrus canker epidemic in Florida. **Phytopathology** 92(4):361-377.
- Jesus Junior, W.C., Belasque Junior, J., Amorim, L., Christiano, R.S., Parra, J.R.P., Bergamin, A.F. 2006. Injuries caused by Citrus Leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) infection. **Fitopatologia Brasileira** 31:277-283.
- Lahey, K.A., Yuan, R., Burns, J.K., Ueng, P.P., Timmer, L.W., Chung, K.R. 2004. Induction of phytohormones and differential gene expression in citrus flowers infected by the fungus *Colletotrichum acutatum*. **Molecular Plant-Microbe Interactions** 17(12):1394-1401
- Laranjeira, F.F., Feichtenberger, E., Bassanezi, R.B., Spósito M.B. 2005. Manejo integrado de doenças de citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. cap 21. p. 630-654.
- Leite Junior, R.P. 1990. **Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná**. Londrina, PR: Fundação Instituto Agronômico do Paraná. Circular técnica 61. 51 p.

Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O retrato da Citricultura brasileira**. Ribeirão Preto SP: Markestrat. 138 p.

Rossetti, V.V. 2001. Doenças causadas por bactérias. In:_____. (Ed.). **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq. p. 21-32.

Tudela, D., Primo-Millo, E. 1992. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid transported from roots to shoots promotes leaf abscission in Cleopatra Mandarin (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) seedlings rehydrated after water stress. **Plant Physiology** 100:131-137.

Vargas, R.G., Gonçalves-Zuliani, A.M.O., Croce Filho, J., Carvalho, S.A., Nocchi, P.T.R., Nunes, W.M.C. 2013. Avaliação da resistência de variedades de *Citrus* spp. à *Xanthomonas citri* subsp. *citri* na região Noroeste Paranaense, em condições de campo. **Summa Phytopathologica** 4(39):235-241